

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-36559

(43)公開日 平成7年(1995)2月7日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 F 1/00	3 7 0 E			
1/14				
15/00	3 3 0 A	7459-5L	G 0 6 F 1/ 04	3 5 0
		7165-5B		

審査請求 有 請求項の数30 OL (全 17 頁)

(21)出願番号 特願平6-140369

(22)出願日 平成6年(1994)6月22日

(31)優先権主張番号 9 6 1 3 2

(32)優先日 1993年7月22日

(33)優先権主張国 米国 (US)

(71)出願人 390009531

インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION

アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州  
アーモンク (番地なし)

(72)発明者 ロバート・チャールズ・ハルトマン、ジュニア

アメリカ合衆国94062-0717 カリフォルニア州、ウッドサイド、ビー・オー・ボックス620717 (番地なし)

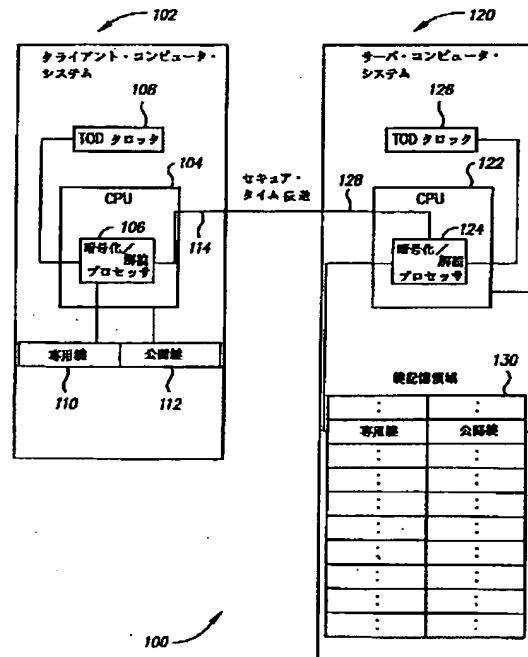
(74)代理人 弁理士 合田 潔 (外2名)

(54)【発明の名称】 セキュア・タイムキーピング装置

(57)【要約】

【目的】 クライアント・サーバベースのセキュア・タイムキーピング機構を備えたコンピュータ・システムを提供する。

【構成】 物理的に信頼できる環境に設置されたセキュア・タイム・サーバが、高精度の日時(TOD)クロックを有し、クライアント/サーバ・ネットワークにおけるクライアントに対応する公開鍵/専用鍵の対のテーブルを格納した鍵記憶領域を備える。サーバは、選択されたクライアントに対応する専用鍵を用いてそのTODクロックから現在の時刻値を暗号化する。暗号化された時刻値はオープンな通信チャネルを介してそのクライアントへ送られる。各クライアントは、不正に対向できる1つのVLSIチップの安全な区域内に収容された固有のセキュア・タイムキーピング装置を有する。



セキュア・タイム・クライアント/サーバ・システム

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】物理的に安全確保されたパッケージ内に設置された中央演算処理装置と電子記憶装置とを含むコンピュータ・システムにおいて用いるセキュア（安全確保された）・タイムキーピング装置であって、時刻伝送及び日付伝送を暗号化しかつ解読するために専用鍵を識別するときに用いる公開鍵を保有する公開鍵レジスタと、前記専用鍵を保有する専用鍵レジスタと、前記専用鍵を用いて暗号化された時刻及び日付の情報を受信する入力と、前記専用鍵を用いて受信された時刻及び日付の情報を解読するデータ解読手段と、前記解読された時刻及び日付の情報を受信するための入力及び暗号化されていない時刻及び日付の情報を与えるための出力を備え、時刻クロックと日付カレンダーとを含む日時（time-of-day：TOD）クロックとを有するセキュア・タイムキーピング装置。

【請求項2】前記TODクロックが前記中央演算処理装置と同じ物理的に安全確保されたパッケージ内に設置される請求項1に記載のセキュア・タイムキーピング装置。

【請求項3】前記公開鍵が、前記コンピュータ・システムのシステム・シリアル番号に対応する請求項1に記載のセキュア・タイムキーピング装置。

【請求項4】前記公開鍵が前記コンピュータ・システムに固有のものでありかつ物理的に安全確保されたパッケージの外部からアクセス可能である請求項1に記載のセキュア・タイムキーピング装置。

【請求項5】前記専用鍵が前記コンピュータ・システムに固有のものでありかつ物理的に安全確保されたパッケージの外部からアクセス不能である請求項1に記載のセキュア・タイムキーピング装置。

【請求項6】前記専用鍵を用いて暗号化された現在の時刻及び日付の情報のいずれかを時刻サーバに対して要求するセキュア・タイム（安全確保された時刻）要求手段を有する請求項1に記載のセキュア・タイムキーピング装置。

【請求項7】前記セキュア・タイム要求手段により開始された要求が前記TODクロックの現在値を含む請求項6に記載のセキュア・タイムキーピング装置。

【請求項8】時刻及び日付のいずれかの更正値を受信しかつ該更正値を前記TODクロックに適用するクライアント・クロック更正手段を有する請求項1に記載のセキュア・タイムキーピング装置。

【請求項9】前記更正値が専用鍵を用いて暗号化される請求項8に記載のセキュア・タイムキーピング装置。

【請求項10】物理的に安全確保されたパッケージ内に設置された中央演算処理装置と電子記憶装置とを含むコンピュータ・システムにおいて用いるセキュア（安全確

2

保された）・タイムキーピング装置であって、時刻クロックと日付カレンダーとを含む日時（time-of-day：TOD）クロックと、前記TODクロックが認証された時刻及び日付を有するか否かを示す値を記憶する認証時刻インジケータと、前記TODクロックが正確であると見なされる持続時間を示す値を記憶する精度持続レジスタと、時刻、日付、及び精度持続時間のいずれかの値を受信する入力と、

10 前記TODクロックからの暗号化されていない時刻及び日付の値と前記認証時刻インジケータからの値を与える出力とを有するセキュア・タイムキーピング装置。

【請求項11】前記精度持続レジスタが時刻の値を格納し、前記認証時刻インジケータが、暗号化された値を用いて前記TODクロックをセットしたこと、暗号化された値を用いて前記精度持続レジスタをセットしたことと、該精度持続レジスタが該TODクロックの値より時間的に大きい（遅い）値を格納していることとを満たすことに応答してTRUEにセットされる請求項10に記載のセキュア・タイムキーピング装置。

【請求項12】前記認証時刻インジケータが、システムの初期化、動作電圧低下状態、TODクロックを暗号化されていない値を用いてセットしたこと、及び前記精度持続レジスタが該TODクロックの値よりも時間的に小さい（早い）値を格納していることとをいずれかに対してFALSEにセットされる請求項11に記載のセキュア・タイムキーピング装置。

【請求項13】受信された時刻、日付、及び精度持続の値に基づいてTODクロックの値及び精度持続レジスタの値をセットし、

30 受信された時刻、日付、及び精度持続の値が暗号化されていない場合に前記認証時刻インジケータをFALSEにセットし、受信された時刻、日付、及び精度持続の値が暗号化されておりかつ前記精度持続レジスタにセットされた値が前記TODクロックにセットされた値よりも時間的に大きい場合に該認証時刻インジケータをTRUEにセットする時刻装置設定手段を有する請求項10に記載のセキュア・タイムキーピング装置。

【請求項14】前記セキュア・タイムキーピング装置が、TODクロックが更正調整を受信すべき時間間隔を示す値を記憶する更正調整レジスタを有し、前記入力、更正調整の値を受信するための手段を有し、

前記時刻設定手段が、前記受信された更正調整の値に基づいて前記更正調整レジスタをセットする手段を有する請求項13に記載のセキュア・タイムキーピング装置。

【請求項15】操作により前記TODクロック及び前記更正調整レジスタに接続されかつ該TODクロックが該更正調整レジスタの値に増分される毎に該TODクロックに対する更正調整を行うTODクロック更正器を有す

50

る請求項14に記載のセキュア・タイムキーピング装置。

【請求項16】前記更正調整レジスタの値が、増分、飛び、及び非調整のいずれかを示し、

更正調整の値が増分を示す場合は、前記TODクロックに適用される更正調整が1つの加算的分増であり、更正調整の値が飛びを示す場合は、前記TODクロックに適用される更正調整が1つの飛びであり、

更正調整の値が非調整を示す場合は、前記TODクロックに適用される更正調整が増分ゼロである請求項15に記載のセキュア・タイムキーピング装置。

【請求項17】正の更正調整値が増分を示し、負の更正調整値が飛びを示し、及びゼロの更正調整値が非調整を示す請求項16に記載のタイム・キーピング装置。

【請求項18】前記TODクロック、前記認証時刻インジケータ、前記精度持続レジスタ、及び前記更正調整レジスタの暗号化されていない値を読取る時刻装置読取り手段を有する請求項16に記載のセキュア・タイムキーピング装置。

【請求項19】前記更正調整レジスタの値が前記TODクロックを最後にセットしてから該TOD内に積算されたドリフト量の関数であり、前記精度持続レジスタの値が該ドリフト量と該TODクロックの先の設定に対応する予め測定されたドリフト量との比較に基づく請求項18に記載のセキュア・タイムキーピング装置。

【請求項20】現在時刻、日付、及び精度持続の値のいずれかを時刻サーバから要求するセキュア・タイム要求手段を有し、

前記セキュア・タイム要求手段により開始された要求が、前記TODクロックの現在値、前記精度持続レジスタの現在値、前記更正調整レジスタの現在値、及び認証時刻インジケータの現在値のいずれかを含有請求項13に記載のセキュア・タイムキーピング装置。

【請求項21】時刻クロックと日付カレンダーを含むサーバ日時(time-of-day: TOD)クロックを有するコンピュータ・ネットワークにおけるセキュア(安全確保された)・タイム・サーバであって、

公開鍵を含むセキュア・タイム要求を受信する入力と、前記公開鍵に対応する専用鍵を識別するプロセッサ手段と、

前記専用鍵を用いて前記TODクロックからの時刻及び日付の情報を暗号化するデータ暗号化手段と、

前記セキュア・タイム要求を行った者に対して前記暗号化された時刻及び日付の情報を送る出力とを有するセキュア・タイム・サーバ。

【請求項22】前記サーバTODクロックの値、クライアントから受信された時刻、日付及び更正履歴の情報、並びに前回のクライアント・クロック更正計算から積算された更正履歴のいずれかに基づいて該クライアント・クロック更正値を計算する更正調整手段を有する請求項

21に記載のセキュア・タイム・サーバ。

【請求項23】前記サーバTODクロックの値、クライアントから受信された時刻、日付及び安定度履歴の情報、並びに前回のクライアント・クロックの安定度計算から積算された安定度履歴のいずれかに基づいて該クライアント・クロックの安定度値を計算するクライアント安定度監視手段を有する請求項21に記載のセキュア・タイム・サーバ。

【請求項24】前記クライアント・クロック更正値が、さらに、前記クライアント・クロックの最後の設定以降該クライアント・クロックに積算されたドリフト量から計算される請求項22に記載のセキュア・タイム・サーバ。

【請求項25】前記更正値が、前記専用鍵を用いて暗号化される請求項22に記載のセキュア・タイム・サーバ

【請求項26】時刻クロックと日付カレンダーを含むサーバ日時(time-of-day: TOD)クロックを有するコンピュータ・ネットワークにおけるセキュア(安全確保された)・タイム・サーバであって、

セキュア・タイム伝送を行うために公開鍵及び専用鍵を識別するプロセッサ手段と、

前記専用鍵を用いて前記TODクロックからの時刻及び日付の情報を暗号化するデータ暗号化手段と、

前記暗号化された時刻及び日付の情報をブロードキャスト(同報通信)する出力とを有するセキュア・タイム・サーバ。

【請求項27】前記サーバTODクロックの値、クライアントから受信された時刻、日付及び更正履歴の情報、並びに前回のクライアント・クロック更正計算から積算された更正履歴のいずれかに基づいて該クライアント・クロック更正値を計算する更正調整手段を有する請求項26に記載のセキュア・タイム・サーバ。

【請求項28】前記サーバTODクロックの値、クライアントから受信された時刻、日付及び安定度履歴の情報、並びに前回のクライアント・クロックの安定度計算から積算された安定度履歴のいずれかに基づいて該クライアント・クロックの安定度値を計算するクライアント安定度監視手段を有する請求項26に記載のセキュア・タイム・サーバ。

【請求項29】前記クライアント・クロック更正値が、さらに、前記クライアント・クロックの最後の設定以降該クライアント・クロックに積算されたドリフト量から計算される請求項27に記載のセキュア・タイム・サーバ。

【請求項30】前記更正値が、前記専用鍵を用いて暗号化される請求項26に記載のセキュア・タイム・サーバ

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、コンピュータのデータのセキュリティ(security)に関し、より詳細にはクラ

クライアント・サーバ型コンピュータ・ネットワークに使用するセキュリティの確保されたセキュア・タイムキープング (secure timekeeping) 装置に関する。

【0002】

【従来の技術】コンピュータ・システムにおけるメディア (すなわちデータ) のセキュリティは、従来、多重レベルで実現されている。第1のセキュリティ・レベルは、データへのアクセスを完全に拒否することを含む。アクセス・レベルのセキュリティを実現するために、パスワード保護、論理パーティション、及びデータ暗号化を含む多くの方法が存在する。暗号化の方法においては、多数の鍵と鍵のアーキテクチャが開発されてきた。このようなアーキテクチャの1つが米国特許第928850号に開示されており、ここに参照する。上記特許によるアクセス・レベルのセキュリティは、デジタル・メディアの使用を、メディアの中央処理機構 (Media Clearinghouse: サーバ) によって与えられた適切な許諾特権を有するクライアント・ユーザに限定することを目的としている。元のデジタル・メディアとしては、ファイルまたはデータ・オブジェクトに含まれるプログラム・オブジェクト・コード、プログラム・ソース・コード、イメージ、音声、ビデオ、文書または他の形式の情報等があるが、これらは、内容作成者またはオーナーの代わりにメディアの中央処理機構によってメディア・マスター鍵 (Media Master Key) で暗号化される。次に、メディア・マスター鍵は、許可されたクライアント・システムのそれぞれについての固有の専用鍵でさらに暗号化される。その後、暗号化されたメディア及び暗号化されたメディア・マスター鍵が、オープンで安全確保されていないチャネルを介して広範囲に分配される。

【0003】別のメディア・セキュリティとしては、一旦アクセスが許可されると適用されるもので、時刻に基づいてアクセスを制限するものがある。クライアント/サーバ型ネットワークにおいては、時刻ベースの制限自体が、サーバによりアクセスを許可された時間帯と現在時刻との比較を行うものである。現在時刻は、通常、クライアントのコンピュータ・システムの日時 (time of day: TOD) クロックに記憶された時刻である。しかしながら、この比較と基本的に時刻ベースによる制限は、アクセス機構に対してアクセス時間帯が依然としてアクティブであると誤って認識させるようシステム・クロックを進めたり遅らせたり簡単にセットできる侵入者、倫理観に欠ける管理者、又は精通したユーザによって容易に無効にされてしまいがちである。さらに、たとえクライアントのTODクロックが侵害を受けにくいものであっても、オーバタイムによりその値が現在時刻からずれてしまうドリフトや不安定さといった不正確さを常に含みがちである。クロックのドリフトは、一定の度合いで時間を遅らせたり進めさせたりする予測可能な定常的な不正確さである。クロックの不安定さは、クロッ

クのドリフト成分を変化させるような予測不能な不正確さである。不安定さを引き起こす要因としては、気温、湿度、電源電圧などが含まれる。最後に、前述の問題点よりもさらに悪い点は、電源遮断のような致命的な事故の場合、クライアントのTOD値が実際の現在時刻から急激にずれることである。

【0004】従来の技術において、信頼性のある又は安全確保された時刻 (セキュア・タイム: secure time) のソースを提供する課題は、サーバ・コンピュータ・システムから暗号化されたタイムスタンプを定期的に発生することによってこれまでは解決されてきた。1つの手法では、タイムスタンプがクライアントに送られ、そこで解読され、アクセスを制限するための基本として用いられる。この手法は、信頼性のある不連続な時刻値を与えることに限界があるという欠点を有する。すなわちこの手法は、クロック自身は信頼性があるので、クライアントTODクロックをセットし維持する問題に対処するものではない。第2の手法では、クライアントに電子文書を分配する前に、暗号化されたタイムスタンプがサーバによってその電子文書に与えられる。クライアント側において、タイムスタンプはその文書にアクセスするための基本として用いられる。しかしながら、前述の手法と同様にこのシステムは、安全確保されていない環境で安全性のあるTODクロックを提供することよりも、一定数の信用できるタイムスタンプを与えることの方に限界がある。

【0005】セキュア・タイムを提供する第3の従来の手法は、サーバよりもむしろクライアントに注目したものである。クライアントのTOD機構は、最初は適当な時刻を用いてセットされる。次に、信頼できる監視者がこのセット時刻を検証することにより、この時刻を信頼できる時刻 (trusted time) とする。各セットの間の正確さを維持するために、多数のクロックが用いられ、信頼できる時刻を得るためにそれらの値を平均化する。この方法は個々のタイムスタンプ及びドリフトや不安定の問題に対処しようとしたものであるが、そのセット自体に重大な欠点がある。第1に監視者は信頼できる時刻を確定しなければならないので、かなり小さなシステム以外では、すなわちネットワークのごく一部以外では実用的でない。第2に、検証プロセスは人間による介入を必要とするので、人間により通常被る全ての故障モードすなわちエラー、怠慢、ごまかしなどを受けやすい。第3に、正確さを維持するために多数のクロックを使用することは、高価でありかつ一貫性がない。多くの場合、平均値でさえ実際の時間からすぐにはずれてしまうであろう。

【0006】最後の従来技術の方法は、クライアント及びサーバの双方に対して提供されるもので、前述したシステムの幾つかの欠点を解消するために開発された。この方法において、サーバは、秘密鍵、時刻値、及び認証

装置IDを用いる暗号化された認証コードを作成する。次にサーバは、認証装置ID、暗号化認証コード、及びクライアントからのランダム数字に沿って、要求しているクライアント・コンピュータへ時刻を送る。この時刻を受け取ると、クライアントは暗号化認証コードとランダム数字をチェックし、時刻値のセキュリティを検証する。電源遮断により生ずる故障に対して保護するために、クライアントは、有効な暗号化認証コードとランダム数字をサーバが受取るまでは立上げを避ける機構を有する。

#### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】この方法は、前述の問題点を改善しているけれども、ある欠点も負っており問題点も残っている。第1に、この方法は信頼できる時刻が得られなければクライアント・システムが動作しないため、クライアント・システムは信頼できる時刻へのアクセスを必要としないタスクでさえも用いることができない。第2に、クライアント・クロックにおけるドリフト及び不安定の問題に対処していない。従って、クライアントのTODクロックが不正確なためにすぐに信頼性が無くなることになる。

【0008】以上のように、クライアント／サーバ型ネットワークに用いるセキュア・タイムキーピング装置の必要性に対して適切な対応がなされていない。本発明の目的は、クライアントのTODクロックをセットするためにサーバが発生した信頼できる時刻値を提供することにより、クライアント・システムは信頼できる時刻値がなくても機能し、さらに一旦信頼できる時刻値を与えると、クライアント・クロックの正確さを維持するような装置を提供することである。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、クライアント／サーバベースの安全確保されたタイムキーピング・コンピュータ・システムを提供する。セキュア・タイム・サーバ・コンピュータ・システムは、物理的に信頼性のある環境に設置されており、クライアント／サーバ型ネットワークにおけるクライアントに対応する公開／専用鍵対のテーブルを含む鍵記憶エリアとともに、高精度の時刻(TOD)クロックを有する。クライアントベースの要求に回答して、またはインターバル・ブロードキャスト(interval-broadcasting)方法の一部分として、サーバは要求しているクライアントまたは選択されたクライアントに対応する専用鍵を用いてそのTODクロックから現在時刻値を暗号化する。次に、暗号化された時刻値はオープンな通信チャネルを介してクライアントへ送られる。

【0010】ネットワークの各クライアントは、公開／専用鍵の対、中央演算処理装置(CPU)及び解読機構を含む自分自身のセキュア・タイムキーピング装置を備えており、そのすべてが、1つの不正対応VLSIチ

ップの安全領域内に格納されている。セキュア・タイムの伝送を受け取ると、クライアントはその専用鍵の自分自身のコピーを用いて時刻値を解読し、次に解読された時刻値をそのTODクロックにロードする。

【0011】鍵の対、CPU、及び解読機構に加えて、各クライアントにおける不正対応VLSIチップ(セキュア・タイムキーピング装置)は認証時刻インジケータを有する。このインジケータは、TODクロックが信頼できる時刻を有することを示す場合はTRUEにセットされ、TODクロックの現時刻が信頼できないことを示す場合はFALSEにセットされる。認証時刻インジケータは、クライアント・システムがパワーオンされるとき、または電圧低下状態が検出されるとき、FALSEに初期化される。クライアント・プログラムは、認証時刻インジケータを読み取り専用ベースで利用することができる。セキュア・タイムを必要とするプログラムは、実行前に認証時刻インジケータを検査しなければならない。一方、セキュア・タイムを必要としないプログラムは、無関係に実行することができる。よって、たとえ信頼できる時刻値が得られなくても、有用な処理タスクは依然としてクライアント・コンピュータ・システム上で実行される。

【0012】一旦、クライアントTODクロックの信頼できる時刻値がセットされた後にその正確さを継続的に維持するために、セキュア・タイムキーピング装置はさらに、更正機構とクロック安定性監視機構とを備えている。更正調整レジスタ、精度持続レジスタ、及びクロック更正器がクライアントの不正対応VLSIチップ内に設けられる。サーバ・システム内では、CPUはクライアント・クロックの更正調整値及びクライアント・クロックの安定値を計算する機能を備えている。さらに別のサーバ記憶装置が、様々なクライアント・クロックに対してその更正履歴と安定性履歴とを保持するために設けられている。

【0013】クライアントがセキュア・タイム値を要求するとき、その要求の中には、認証時刻インジケータ、そのTODクロック、その更正調整レジスタ及びその精度持続レジスタの現在値が含まれる。要求を受け取ると、サーバはまず認証時刻インジケータの値がTRUEかどうかを判断する。もしTRUEであれば、サーバは受け取ったTODクロック値とサーバのTODクロックの現在値との差(クライアント・クロックのドリフト)を用いて、クライアント・クロックの新しい更正調整値を計算する。次に、サーバは、そのクライアントについて記憶された安定度データに対するクライアント・クロックのドリフトと受け取ったクライアント精度持続値とを比較し、新しい精度持続値を計算する。最後に、サーバは、クライアント・クロックの新しい更正値と精度持続値を現サーバのTODクロック値とともに暗号化し、クライアントへの応答を伝送する。

【0014】サーバからの応答を受け取ると、クライアントはその専用鍵を用いて更正調整値、精度持続値及びTODクロック値を解説する。更正調整値と精度持続値は、それぞれのレジスタに記憶される。TODクロックは、そのTODクロック値でセットされ、認証時刻インジケータはTRUEにセットされる。クライアントのTODクロックが進行するにともない、更正機構は更正調整レジスタの値に従って定期的に時刻を調整する。一方、クライアントCPUは、精度持続レジスタに対するTODクロックの進行を追跡する。TODクロックが精度持続レジスタによって指示された時刻に到達すると、

【0015】

【実施例】図1に、本発明によるクライアント/サーバベースの安全確保されたタイムキーピング・システムの基本的な機能を説明した機能図を示す。コンピュータ・ネットワーク100は、クライアント・コンピュータ・システム102とサーバ・コンピュータ・システム120とを有する。クライアント・コンピュータ・システム102は、データ暗号化/解説プロセッサ106を組込んだクライアント中央処理装置(CPU)104、時刻(TOD)クロック108、専用鍵レジスタ110、公開鍵レジスタ112、及びセキュア・タイムのデータ伝送を要求し受け取る入出力(I/O)ポート114をさらに有する。サーバ・コンピュータ・システム120は、データ暗号化/解説プロセッサ124を組込んだサーバCPU122、TODクロック126、I/Oポート128、及び電子記憶装置130をさらに有する。クライアント及びサーバの双方のTODクロック108及び126は、時刻クロックと日付カレンダーを有する。クライアントTODクロック108は、クライアント・コンピュータ・システムの製品寿命の間には0に戻らないことを保証できるだけの十分なビット数を有することが好ましい。サーバTODクロック126は、好適にはグリニッジ標準時(GMT)に定期的に同期させられ、そしてGMTもしくは協定世界時(Coordinated Universal Time)による時刻値またはGMTからずれたいずれかの地域における時刻値を報告する。公開鍵レジスタ112に記憶されたクライアントの公開鍵の値は、クライアント・システムを独自に識別する任意の値である。この値は、クライアント・システムのシステム・シリアル番号であることが好ましい。専用鍵レジスタ110に記憶されたクライアントの専用鍵は、サーバの電子記憶装置130に格納された同様の専用鍵と対応している。どちらの専用鍵もユーザに利用できるように作成されていない。公開/専用鍵システム、そのアーキテクチャ及び利用の詳細については本発明の要旨ではないが、前述の米国特許第928850号に開示されている。公開さ

れている文献に記載された鍵ベースの安全確保アーキテクチャは、本発明を用いて容易に置換えることができる。

【0016】動作中に、サーバ・コンピュータ・システム120は、1又は複数のクライアント・コンピュータ・システム102によって用いられるセキュア・タイム情報を提供する。本発明の一実施例では、セキュア・タイムの伝送は、クライアント・コンピュータ・システム102により出された要求で開始される。この要求は公開鍵レジスタ112の値を含み、そしてI/Oポートを経て、オープンで安全確保されていない通信チャンネルを介してサーバ120へ送られる。公開鍵の値は、クライアント・コンピュータ・システムの製造業者のシリアル番号、またはクライアント・コンピュータ・システムが利用できる他の任意の固有の識別子である。ユーザが、その後に続くサーバの伝送を妨害したり、公開鍵の値を記録したり、後にクライアントへ再生したり(それによって、信頼できる時刻を提供するシステムの機能が損なわれる)できないように、メッセージ認証コード(MAC)も、クライアントの要求伝送に含まれる。このMACは、個々のセキュア・タイム要求を識別するためにクライアントにより作成される固有のストリングである。これは、伝送に先立ちクライアントによって暗号化される。引き続いてサーバが安全確保された時刻値を伝送するとき、そのMACはクライアントへ返送される。クライアントは、要求のために作成したMACと返送されたMACを照合することにより、サーバによる伝送が、先に行ったいずれかの要求に対する応答ではなく本当に今現在行っている要求に対する応答であることを確認する。MACの利用については、公知の暗号文献に詳細に説明されているので本明細書では繰返して述べない。前述の識別基準に適合するいずれの利用可能なMAC方法であっても、CPU104におけるサポート機能と関連する1又は複数の別のレジスタを用いることにより、本発明とともに実施することができる。

【0017】サーバI/Oポート128においてセキュア・タイム要求を受取ると、電子記憶装置130は、公開鍵に基づいて相互参照の専用秘密鍵へアクセスされる。サーバTODクロック126から値が読取られ、暗号化/解説プロセッサ124が相互参照の専用鍵を用いてその値を暗号化する。次にサーバ・システム120は、暗号化された時刻と日付情報を含む応答伝送を作成し、I/Oポート128を介してその伝送をクライアント・システム102へ送り返す。

【0018】クライアント・システム102においてセキュア・タイムの応答が受取られると、専用鍵レジスタ110から専用鍵のクライアントによる複写が抽出され、暗号化されていない時刻及び日付情報を発生するために暗号化/解説プロセッサ106により用いられる。そしてそれらの情報はクライアントTODクロック10

8へ書込まれる。クライアントTODクロック108の信頼できる時刻値は、引き続いてメディア・ライセンス（媒体許可）に設定された時間制限を実効化するために用いられる。従って、例えばデジタル・ビデオ伝送やソフトウェア・パッケージの試用複写とともに受信された電子的ライセンスによりそのライセンスが時刻Xに切れるべきであることが示された場合、そのビデオの映写やソフトウェアの実行を行う前にクライアント・システムの許可ソフトウェアによりTODクロックの検査が行われる。もしTODクロック値が時刻X以前の時刻であれば、許可ソフトウェアは、映写や実行を開始することを許可する。もしTODクロック値が時刻Xを過ぎていれば、許可ソフトウェアは、許可時間の満了に基づき映写や実行を禁止する。クライアントの視点からみると、クライアント・システム（消費者）が人間の介入を必要とすることなく高精度のTODクロックを与えられと云う別の利点が明らかである。さらに、クライアントTODクロックは、所望のフォームで表示することが可能である。そしてまた、ユーザにとっての利点は、サーバが、日光節約時間（daylight saving time）等の法令により定められた時刻変更に関しても任意に更新を行うことができることである。これにより、消費者はこれらの頻度の少ない事象を覚えておく必要がなくなる。

【0019】図2は、本発明によるセキュア・タイムキーピング機構を有するクライアント・コンピュータ・システムの構造と相互関係を詳細に示した機能図である。クライアント・コンピュータ・システムは102で示されている。このシステムは、クライアント・コンピュータ・プロセッサ202、表示画面204、入力装置206、外部記憶装置208、及びI/Oポート114を含む。入力装置206は、キーボード、ジョイスティック又は他のいずれかのオペレーターマシン間通信装置である。外部記憶装置208としては、ランダム・アクセス・メモリ、ディスク記憶装置、テープ記憶装置等がある。クライアント・コンピュータ・プロセッサ202は、セキュア・タイムキーピング機構214を含む。セキュア・タイムキーピング機構は、その全体が物理的に安全確保された電子パッケージ216に格納されている。セキュア・パッケージ216の内部には、クライアントCPU104（これはタイムキーピング以外にも多くの機能を実行する）、クライアントTODクロック108、専用鍵レジスタ110と公開鍵レジスタ112、内部電子記憶装置（キャッシュ）212、認証時刻インジケータ218、精度持続レジスタ220、及び更正調整レジスタ222がある。クライアントCPU104はさらに、制御、論理、及び演算回路（図示せず）の他に、暗号化／解読プロセッサ106とクロック更正器224、及びCPUがセキュア・タイムキーピング装置214の他の様々な構成要素の設定と読取りを行うための電子回路を備えている。クライアントTODクロック1

08は、CPU104からの時刻と日付の値及びクロック更正器224からの更正調整を受信するための入力に備えている。同様に、CPU又はプログラムの要求に応じて時刻と日付の値を与えるための出力も備えている。クライアントTODクロックは、公知の文献による様々ないずれの手法によって実現されるものでもよく、全ての構造部品は物理的に安全確保された電子パッケージ216に収納されている。好適例は、クロック・パルス発生器により増分されるクロック・レジスタを含む。

【0020】動作中に、クライアント・コンピュータ・システム102は、入力装置206を介して命令を受取り、内部記憶装置212及び外部記憶装置208に対してデータの読取りと書込みを行い、表示画面204上に状態、結果及び他のフィードバックを出力することにより、認証された時刻を用いる又は用いない有用なタスクを処理する。システムのパワーオン時及びシステムがTODクロック108の認証された時刻値なしで動作する他の全ての時点においては、認証時刻インジケータ218はCPU104によりFALSEにセットされる。セキュア・タイムと無関係なタスクは、通常どおり実行される。TODクロック108は、ユーザ、ソフトウェア又は別のシステム等が任意の値にセットしてもよい。しかしながら、認証時刻インジケータ218は、物理的に安全確保された電子パッケージ216内のCPU104以外のものによってはセットできない。その一方で、認証時刻インジケータ218は、コンピュータ・システム102内で実行されるいずれのプログラムも読取り専用ベースで利用することができる。従って、もし時間制限のあるライセンスをもつプログラムが開始された場合、又はユーザが時間制限のあるライセンスをもつメディア（録音、映画等）を使用しようとする場合、開始ソフトウェアは、認証時刻インジケータの値を読取ることによりTODクロック値が実行開始を許可するベースとして信頼できるか否かを速やかに判断することができる。もしその値がFALSEである場合、実行は拒否される。さらに好適例においては、妥当性検証プロセスが損われることを防ぐために、開始ソフトウェア自身が暗号化されたコード・セグメントで実行される。このプロセスについての詳細は前述の米国特許出願第928850号に記載されている。

【0021】コンピュータ・システムがTODクロック108の認証された時間で動作しているとき、認証時刻インジケータ218はCPU104によりTRUEにセットされている。セキュア・タイムと無関係なタスクは、尚、通常どおり行われる。もし、もし時間制限のあるライセンスをもつプログラムが開始された場合、又はユーザが時間制限のあるライセンスをもつメディアを使用しようとする場合、開始ソフトウェアは認証時刻インジケータの値を読取り、TODクロック108が信頼できる時間を有することをTRUE応答から検知する。そ

れからTODクロック108内の現在時刻と日付を読取り、実行を許可できるか否かを判断するために許可基準と比較する。表示画面204に示すように、システム・ユーザは、認証時刻インジケータの値と同様に、暗号化されていない形の現在時刻と日付に容易にアクセスすることもできる。

【0022】信頼できるセキュア・タイムによりTODクロック108がセットされた後、精度持続レジスタ220、更正調整レジスタ222及びクロック更正器224が、CPU104の制御の下に協力することにより、TODクロック108の現状の精度を維持し、TODクロックの精度がもはや信頼できなくなる時点を確認する。更正調整の基本的な目的は、クロックの進みや遅れを補償することである。更正調整レジスタ222は、サーバにより与えられる値を格納しており、この値はクロック更正器224により用いられ、延長時間の間にその精度を維持するために必要なTODクロック108の値を調整する。好適例では、更正調整レジスタ222は、調整間隔と調整極性とを指定する符号をもつ値を格納している。この値はクロック更正器224へ与えられ、クロック更正器224は、最後の更正調整からのTODクロックの増分の数が調整間隔に等しくなるまでその増分を監視する。調整間隔は更正調整レジスタ222の絶対値である。増分が調整間隔に等しくなったならば、クロック更正器224は増分1つ分だけTODクロック108を調整する。この調整の極性は、更正調整レジスタ222の極性により決定される。よって、もしこのレジスタ内の値の符号が正であれば、余分の1つの増分により正の調整がTODクロック108に適用される。もしこのレジスタ内の値が0であれば、調整は行われない(増分は0)。一旦更正調整が行われると、クロック更正器はリセットされ、このプロセスが繰返される。

【0023】精度持続レジスタ220は、サーバにより与えられる値を格納しており、この値はTODクロック108がもはや信頼できなくなる時点を示す。この値は認識することにより、TODクロック108の経時的不安定さの関数として与えられる。つまり、(更正器224により修正される)TODクロック108に関するクロック・ドリフトが変動する、すなわち定期的な更正調整によっては完全に修正することはできないとの認識である。好適例では精度持続レジスタ220は日付及び時刻の値を格納している。CPU104の制御により、この値は定期的にTODクロック108の現在値と比較される。この比較は、時間の加算時点、日付の加算時点、更正調整時、TODクロック108の読取り時、又は精度持続値を越えないことが十分に保証される他のいずれかの基準時点をきっかけとして実行される。精度持続値に到達したとき、CPU104は認証時刻インジケータをFALSEにセットしてTODクロック108の時刻

と日付の値がもはや信頼できないことを示す。

【0024】好適例においては、セキュア・タイムキーピング装置214の種々の構成要素へアクセスしようとするクライアント・クロック保守ソフトウェア、許可ソフトウェア、及びクライアント・システム・ユーザが利用するために構築された命令が設けられている。SET CURRENT TIME命令は、クライアントTODクロック108、精度持続レジスタ220、及び更正調整レジスタ222のために暗号化された値又は暗号化されていない値を受取り、これらの値を対応する場所に格納するように設けられている。SET CURRENT TIME命令については、オペランドが暗号化されている場合に認証時刻インジケータがTRUEにセットされ、暗号化されていない場合にFALSEにセットされる。サーバのみが専用鍵により暗号化された時刻情報を与えることができるので、ユーザは現在時刻をセットすることはできるが、SET CURRENT TIME命令を呼出して認証時刻インジケータにTRUE値をセットすることはできない。

【0025】セキュア・タイムキーピング装置214から値を検索するために、GET CURRENT TIME命令が設けられている。この命令は、暗号化されている(信頼性がある)か暗号化されていないか(信頼性がない)に拘らずいずれのクライアント・ソフトウェアであっても、これを用いてTODクロック108、認証時刻インジケータ218、精度持続レジスタ220、及び更正調整レジスタ222の値を読取ることができる。

【0026】SET CURRENT TIME命令及びGET CURRENT TIME命令の双方ともマルチプル・アトミック命令として実動化され、それぞれがセキュア・タイムキーピング装置214の1つの構成要素をセットし又は検索することを注記する。さらに、暗号化されたデータを処理する際にSET CURRENT TIMEにより実行される機能は、外部で構築された命令を用いることなくセキュア・タイムキーピング装置214内で実動化される。すなわち、I/Oポート114において暗号化された時刻情報を受取ると、CPU104は、クライアント・ソフトウェアに誘引されることなくその時刻情報を解釈し、それをTODクロック108、精度持続レジスタ220、及び更正調整レジスタ222に格納する。

【0027】クライアント・コンピュータ・システム102は、セキュア・タイムの要求-受信ネットワークにおいて動作する場合は、定期的にセキュア・タイム伝送を開始しなければならない。あるいは、セキュア・タイムのブロードキャスト(同報通信)・ネットワークにおいて動作する場合は、サーバがクライアントの要求を必要とせずに定期的に伝送を開始する。要求-受信ネットワークにおいては、クライアント・コンピュータ・プロセス202はサーバ120へセキュア・タイム要求を送ることによりセキュア・タイム伝送を開始する。この要求はCPU104により生成され、セキュア・タイム



キーピング装置214の種々の構成要素の現在値を含む。すなわち、TODクロック108、認証時刻インジケータ218、精度持続レジスタ220、更正調整レジスタ222、及び公開鍵112の値を含む。好適例では、この情報はGET CURRENT TIME命令を用いて簡便に集積され、さらに記録-再生問題を避けるためにMACを含む。いずれにしてもこの情報は、暗号化/解読プロセッサ106により、クライアントの公開鍵とともに伝送に含まれるクライアントの専用鍵を用いて暗号化され、I/Oポート114を介してサーバ・システムへ伝送される。引続いて図4に示すように、サーバ・システムは、新しい精度持続値及び新しい更正調整値を計算し、新しいクライアントTODクロック値を発生し、クライアントの公開鍵に対応する専用鍵を用いて（好適例ではMACも同様に）この情報を暗号化し、そして暗号化された情報をクライアント・コンピュータ・システム102へ返す。この情報を受取ると、暗号化/解読プロセッサ106は、専用鍵110を用いてこれらの新しいTODクロック値、精度持続値、及び更正調整値を解読する。好適例では、MACもまた解読され、サーバ応答をクライアント要求と照合するために用いられる。その後、CPU104は、新しいTODクロック値をTODクロック108に、新しい精度持続値を精度持続レジスタに、そして新しい更正調整値を更正調整レジスタ220に格納することによりセキュア・タイムキーピング装置214の他の種々の構成要素を設定する。最後に、暗号化された時刻及び日付の値が無事に処理され、認証された信頼できるTODクロック値が現在用いられていることを示すべく認証時刻インジケータ218がTRUEにセットされる。

【0028】セキュア・タイムのブロードキャスト・ネットワークにおいては、クライアント要求が発生しない点を除けばクライアントの動作は上記と同様である。そのかわりにサーバは、クライアント専用鍵により暗号化されクライアント公開鍵に対応させることにより識別されるセキュア・タイム・ブロードキャストを定期的に発生する。あるいは、全てのクライアントに暗号化されたマスタ鍵を送信した後に1つのセキュア・タイム・ブロードキャストを全てのクライアントに同時に送り、そしてこのブロードキャストは先に送られた時刻マスタ鍵を用いてクライアントにおいて解読される。これらのブロードキャストは要求されたものではないので、サーバは新しい精度持続値及び更正調整値を作成するために十分なデータをもっていない。つまり、このモードの動作には、それらの情報が含まれない。ブロードキャストのセキュア・タイム伝送を受取ると、上記のように新しいTODクロック値が解読されてTODクロック108へ与えられ、認証時刻インジケータ218がTRUEにセットされる。

【0029】好適例においては、メッセージの確認が必

要な場合、クライアントが最初のMACを含む伝送を予め行うことによりブロードキャスト・モードを開始する。それに続いてサーバがセキュア・タイム伝送をクライアントへブロードキャストするとき、これに最初のMACを含める。クライアントは、サーバが次のセキュア・タイム伝送を行うときに用いるための新しいMACを送ることにより受信を確認する。その後の各ブロードキャストにおいてこのプロセスが繰返される。さらに、このMACを伴うブロードキャスト・モードの動作において、クライアントの確認の中にクライアントTODクロック、認証時刻インジケータ、精度持続レジスタ、及び更正調整レジスタの値を含めてもよい。それによって、ブロードキャスト・モードにおける上記の欠点のある程度改善し、サーバがその次のブロードキャストで更新された精度持続値及び更正調整値を与えることが可能になる。これらの値は要求-受信モードにおけるものと比べると正確ではないであろう。なぜなら、次のブロードキャストはそれらの値のベースとされた確認よりもずっと後に行われるものだからである。しかしながら、この問題自体は、クライアントのバンド幅制限内でブロードキャスト頻度を増すことにより対処できるであろう。

【0030】図3は、クライアント・コンピュータ・システム102における電源の安全性を監視するために設けられた付加的な機構である。電源保全モニタ302は、物理的に安全確保されたパッケージ216内のセキュア・タイムキーピング装置214に付加される。電源保全モニタ302は、モニタ用電子回路（破線で示す）を介して、CPU104、TODクロック108、認証時刻インジケータ218、精度持続レジスタ220、及び更正調整レジスタ222を含むセキュア・タイムキーピングの他の構成要素に接続される。動作中、電源保全モニタ302は、クライアント・コンピュータ・システムで使用される電子素子の作動限界に相当する予め設定された正常範囲に対して継続的に上記の構成要素の電圧レベルを監視する。もし、供給される通常の電圧又はバックアップ用の電圧が、セキュア・タイムキーピング装置の構成要素の安定した正確な動作を維持する範囲外に低下したならば、電源保全モニタ302は認証時刻インジケータ218の値をFALSEにセットし、TODクロック108がもはや信頼できないことを示す。

【0031】電源保全モニタ302については多くの変型が可能である点を注記する。例えば、セキュア・タイムキーピング装置の全ての構成要素を監視するのではなく、電源保全モニタ302がTODクロック108の電圧のみを監視する、又は他の構成要素のいずれかのみを監視するように構成してもよい。別の例として、セキュア・タイムキーピング装置214への電源経路を、単一の電源入力バスを設けるように設計してもよい。この場合、電源保全モニタ302は個々の構成要素を監視するのではなくその電源入力バスを直接監視すればよい。最

終的には、302内で電源保全監視機能を行うべく選択された特定の電子素子及び低レベル素子が、設計選択の根拠となる。これについては公知の多くの文献があるので、ここでは繰返さない。

【0032】図4は、本発明によりクライアント・コンピュータ・システムへセキュア・タイム伝送を行うサーバ・コンピュータ・システムの構造と作用を詳細に示した機能図である。サーバ・コンピュータ・システム（セキュア・タイム・サーバ）120は、物理的に安全確保されたデータ・センタに設置されている。システム120は、サーバCPU122、サーバTODクロック126、I/Oポート128、公開鍵及び専用鍵の記憶領域130、並びに更正/安定度履歴の記憶領域402を含む。サーバCPU122自身は、暗号化/解読プロセッサ124、安定度監視プロセッサ404、及び更正プロセッサ406を含む（もちろん、通常CPUが行う多くの機能のための構成要素も含む）。TODクロック126は、時刻クロックと日付カレンダーを備える。これらは、非常に正確な時間ソースに基づいていることが好ましく、協定世界時、グリニッジ標準時、又はいずれかの地域時にセットされていればよい。I/Oポート128は、電子通信ネットワークを介して1又は複数のクライアント・コンピュータ・システムへ接続され、クライアントTODクロック値をクライアントの更正及び安定データとともに受取りかつ新しいクライアントTODクロック値を新しい更正及び安定データとともにセキュア・タイム要求者へ送るためのI/O機構を提供する。鍵記憶領域130及び更正/安定度履歴記憶領域402は、RAM、ディスク、テープ等の任意のデジタル記憶媒体に保持される。

【0033】要求-受信モードの動作においては、I/Oポート128を介してセキュア・タイム要求が受信されたときにサーバ動作が開始される。まず、サーバ暗号化/解読プロセッサ124により要求が解読される。解読に続いて、受信した認証時刻インジケータの値が調べられる。もしこれがFALSEであれば、クライアント要求の中の他の情報は無視される。現在時刻及び日付がTODクロック126から得られ、クライアントの更正調整値及び精度持続値の履歴が更正/安定度履歴記憶領域402から得られ（あるいは、そうしない場合は更正調整値及び精度持続値としてデフォルト値が選択される）、全ての情報が暗号化/解読プロセッサ124による暗号化され、そして暗号化されたデータが、I/Oポート128を介して要求を行っているクライアントへ伝送される。

【0034】もし、受信された認証時刻インジケータがTRUEであれば、クライアントのTODクロックがセキュア・タイムを用いてセットされ且つ今尚信頼できることを示している。従って、次にサーバ・システム120は、受信したクライアントTODクロック値、精度持

続値、及び更正調整値を用いて新しい精度持続値及び更正調整値を発生する。特に、新しい更正調整値を発生するために、更正調整プロセッサ406は、TODクロック126の現在の値と受信されたクライアントTODクロック値とを比較し、それによってクライアントの更正調整値を修正する。好適例では、前の値の効果を評価しその情報をフィードバックして最適値に徐々に近づけて行くことにより新しい更正調整値を決定するような試行錯誤的手法が用いられている。この手法の特定の実施例においては、TODクロック126の現在値と受信されたクライアントTODクロック値との差を、クライアントTODクロックがセットされてからこれに対して行われた更正調整の全数と足し合わせ、そしてその結果を、クライアントTODクロックが新しい更正調整値を決定するためにセットされてからの期間における増分の全数で割る。この値は、次にこのクライアントからのセキュア・タイム要求を受信したときに利用できるよう安定度履歴記憶領域402へ記憶される。

【0035】新しい精度持続値を発生するために、クライアントTODクロックがセットされてからの期間にクライアントTODクロック値に積算されたエラー（先に更正調整値に関連して決定されている）が、安定度監視プロセッサ404により、クライアントTODクロックの許容できる不安定さを時間の関数として定めた予め設定された基準と比較される。新しい精度持続値は、先の不安定レベルが、精度持続する全体に亘ってクロック・エラーの許容量よりも大きくならないように選ばれる。この値は、次にこのクライアントからのセキュア・タイム要求を受信したときに利用できるよう安定度履歴記憶領域402に記憶される。更正調整値のときと同様に、好適例では、前の値の効果を評価しその情報をフィードバックして最適値に徐々に近づけて行くことにより新しい更正調整値を決定するような試行錯誤的手法が用いられている。

【0036】精度持続情報及び更正調整情報の履歴を保持することに関しては、多くの変型が可能であることを注記する。例えば、精度持続レジスタ及び更正調整レジスタの十分な履歴値を、サーバ履歴記憶領域402内に保持することにより、これらの項目をクライアント要求から省くことができる。あるいは、精度持続値についての全履歴情報を保持するが更正調整値については全く保持しなくてもよい。又はそれと逆に、クライアントに対してそのセキュア・タイム要求の中で保持していたのではない値を送るよう要求する。

【0037】上記の新しい精度持続値及び更正調整値を発生した後、サーバTODクロック126の現在値とともに双方の値が、暗号化/解読プロセッサ124により要求しているクライアントに対応する専用鍵を用いて暗号化される。暗号化されたデータは、I/Oポート128を介して要求しているクライアントへ伝送される。

【0038】サーバ・コンピュータ・システム120がブロードキャスト・モードで動作している場合、前述のように、新しい精度持続値及び更正調整値を発生するために必要な情報をサーバ・コンピュータ・システム120が得ることができない。この場合、安全確保されたTODクロック値のみがブロードキャストされる。別の例として、精度持続値及び更正調整値の履歴を安定度履歴記憶領域402から得てもよく、あるいはデフォルト値を発生して暗号化しTODクロック値とともにブロードキャストしてもよい。さらに別の例として、ブロード

キャスト・モードを要求・受信モードの間に適宜挿入することにより、ある選択期間には時刻のみを更新し、別の選択期間にはセキュア・タイム装置の更新を行うようにしてもよい。又は、MACを伴うブロードキャスト手法を用いることにより、クライアント確認が少なくともクライアントTODクロック値を含むようにしてもよい。

【0039】まとめとして、本発明の構成に関して以下の事項を開示する。

【0040】(1) 物理的に安全確保されたパッケージ内に設置された中央演算処理装置と電子記憶装置とを含むコンピュータ・システムにおいて用いるセキュア(安全確保された)・タイムキーピング装置であって、時刻伝送及び日付伝送を暗号化しかつ解読するために専用鍵を識別するとき用いる公開鍵を保有する公開鍵レジスタと、前記専用鍵を保有する専用鍵レジスタと、前記専用鍵を用いて暗号化された時刻及び日付の情報を受信する入力と、前記専用鍵を用いて受信された時刻及び日付の情報を解読するデータ解読手段と、前記解読された時刻及び日付の情報を受信するための入力及び暗号化されて

いない時刻及び日付の情報を与えるための出力を備え、時刻クロックと日付カレンダーとを含む日時(time-of-day: TOD)クロックとを有するセキュア・タイムキーピング装置。

(2) 前記TODクロックが前記中央演算処理装置と同じ物理的に安全確保されたパッケージ内に設置される上記(1)に記載のセキュア・タイムキーピング装置。

(3) 前記公開鍵が、前記コンピュータ・システムのシステム・シリアル番号に対応する上記(1)に記載のセキュア・タイムキーピング装置。

(4) 前記公開鍵が前記コンピュータ・システムに固有のものでありかつ物理的に安全確保されたパッケージの外からアクセス可能である上記(1)に記載のセキュア・タイムキーピング装置。

(5) 前記専用鍵が前記コンピュータ・システムに固有のものでありかつ物理的に安全確保されたパッケージの外からアクセス不能である上記(1)に記載のセキュア・タイムキーピング装置。

(6) 前記専用鍵を用いて暗号化された現在の時刻及び日付の情報のいずれかを時刻サーバに対して要求するセ

キュア・タイム(安全確保された時刻)要求手段を有する上記(1)に記載のセキュア・タイムキーピング装置。

(7) 前記セキュア・タイム要求手段により開始された要求が前記TODクロックの現在値を含む上記(6)に記載のセキュア・タイムキーピング装置。

(8) 時刻及び日付のいずれかの更正値を受信しかつ該更正値を前記TODクロックに適用するクライアント・クロック更正手段を有する上記(1)に記載のセキュア・タイムキーピング装置。

(9) 前記更正値が専用鍵を用いて暗号化される上記(8)に記載のセキュア・タイムキーピング装置。

(10) 物理的に安全確保されたパッケージ内に設置された中央演算処理装置と電子記憶装置とを含むコンピュータ・システムにおいて用いるセキュア(安全確保された)・タイムキーピング装置であって、時刻クロックと日付カレンダーとを含む日時(time-of-day: TOD)クロックと、前記TODクロックが認証された時刻及び日付を有するか否かを示す値を記憶する認証時刻インジケータと、前記TODクロックが正確であると見なされる持続時間を示す値を記憶する精度持続レジスタと、時刻、日付、及び精度持続時間のいずれかの値を受信する入力と、前記TODクロックからの暗号化されていない時刻及び日付の値と前記認証時刻インジケータからの値を与える出力とを有するセキュア・タイムキーピング装置。

(11) 前記精度持続レジスタが時刻の値を格納し、前記認証時刻インジケータが、暗号化された値を用いて前記TODクロックをセットしたことと、暗号化された値を用いて前記精度持続レジスタをセットしたことと、該精度持続レジスタが該TODクロックの値より時間的に大きい(遅い)値を格納していることとを満たすことに応答してTRUEにセットされる上記(10)に記載のセキュア・タイムキーピング装置。

(12) 前記認証時刻インジケータが、システムの初期化、動作電圧低下状態、TODクロックを暗号化されていない値を用いてセットしたこと、及び前記精度持続レジスタが該TODクロックの値よりも時間的に小さい(早い)値を格納していることとをいずれかに対してFALSEにセットされる上記(11)に記載のセキュア・タイムキーピング装置。

(13) 受信された時刻、日付、及び精度持続の値に基づいてTODクロックの値及び精度持続レジスタの値をセットし、受信された時刻、日付、及び精度持続の値が暗号化されていない場合に前記認証時刻インジケータをFALSEにセットし、受信された時刻、日付、及び精度持続の値が暗号化されておりかつ前記精度持続レジスタにセットされた値が前記TODクロックにセットされた値よりも時間的に大きい場合に該認証時刻インジケータをTRUEにセットする時刻装置設定手段を有する上

記(10)に記載のセキュア・タイムキーピング装置。

(14) 前記セキュア・タイムキーピング装置が、TODクロックが更正調整を受信すべき時間間隔を示す値を記憶する更正調整レジスタを有し、前記入力、更正調整の値を受信するための手段を有し、前記時刻設定手段が、前記受信された更正調整の値に基づいて前記更正調整レジスタをセットする手段を有する上記(13)に記載のセキュア・タイムキーピング装置。

(15) 操作により前記TODクロック及び前記更正調整レジスタに接続されかつ該TODクロックが該更正調整レジスタの値に増分される毎に該TODクロックに対する更正調整を行うTODクロック更正器を有する上記(14)に記載のセキュア・タイムキーピング装置。

(16) 前記更正調整レジスタの値が、増分、飛び、及び非調整のいずれかを示し、更正調整の値が増分を示す場合は、前記TODクロックに適用される更正調整が1つの加算的増分であり、更正調整の値が飛びを示す場合は、前記TODクロックに適用される更正調整が1つの飛びであり、更正調整の値が非調整を示す場合は、前記TODクロックに適用される更正調整が増分ゼロである上記(15)に記載のセキュア・タイムキーピング装置。

(17) 正の更正調整値が増分を示し、負の更正調整値が飛びを示し、及びゼロの更正調整値が非調整を示す上記(16)に記載のタイム・キーピング装置。

(18) 前記TODクロック、前記認証時刻インジケータ、前記精度持続レジスタ、及び前記更正調整レジスタの暗号化されていない値を読取る時刻装置読取り手段を有する上記(16)に記載のセキュア・タイムキーピング装置。

(19) 前記更正調整レジスタの値が前記TODクロックを最後にセットしてから該TOD内に積算されたドリフト量の関数であり、前記精度持続レジスタの値が該ドリフト量と該TODクロックの先の設定に対応する予め測定されたドリフト量との比較に基づく上記(18)に記載のセキュア・タイムキーピング装置。

(20) 現在時刻、日付、及び精度持続の値のいずれかを時刻サーバから要求するセキュア・タイム要求手段を有し、前記セキュア・タイム要求手段により開始された要求が、前記TODクロックの現在値、前記精度持続レジスタの現在値、前記更正調整レジスタの現在値、及び認証時刻インジケータの現在値のいずれかを含む上記(13)に記載のセキュア・タイムキーピング装置。

(21) 時刻クロックと日付カレンダーを含むサーバ日時(time-of-day: TOD)クロックを有するコンピュータ・ネットワークにおけるセキュア(安全確保された)・タイム・サーバであって、公開鍵を含むセキュア・タイム要求を受信する入力と、前記公開鍵に対応する専用鍵を識別するプロセッサ手段と、前記専用鍵を用いて前記TODクロックからの時刻及び日付の情報を暗号

化するデータ暗号化手段と、前記セキュア・タイム要求を行った者に対して前記暗号化された時刻及び日付の情報を送る出力とを有するセキュア・タイム・サーバ。

(22) 前記サーバTODクロックの値、クライアントから受信された時刻、日付及び更正履歴の情報、並びに前回のクライアント・クロック更正計算から積算された更正履歴のいずれかに基づいて該クライアント・クロック更正値を計算する更正調整手段を有する上記(21)に記載のセキュア・タイム・サーバ。

(23) 前記サーバTODクロックの値、クライアントから受信された時刻、日付及び安定度履歴の情報、並びに前回のクライアント・クロックの安定度計算から積算された安定度履歴のいずれかに基づいて該クライアント・クロックの安定度値を計算するクライアント安定度監視手段を有する上記(21)に記載のセキュア・タイム・サーバ。

(24) 前記クライアント・クロック更正値が、さらに、前記クライアント・クロックの最後の設定以降該クライアント・クロックに積算されたドリフト量から計算される上記(22)に記載のセキュア・タイム・サーバ。

(25) 前記更正値が、前記専用鍵を用いて暗号化される上記(22)に記載のセキュア・タイム・サーバ

(26) 時刻クロックと日付カレンダーを含むサーバ日時(time-of-day: TOD)クロックを有するコンピュータ・ネットワークにおけるセキュア(安全確保された)・タイム・サーバであって、セキュア・タイム伝送を行うために公開鍵及び専用鍵を識別するプロセッサ手段と、前記専用鍵を用いて前記TODクロックからの時刻及び日付の情報を暗号化するデータ暗号化手段と、前記暗号化された時刻及び日付の情報をブロードキャスト(同報通信)する出力とを有するセキュア・タイム・サーバ。

(27) 前記サーバTODクロックの値、クライアントから受信された時刻、日付及び更正履歴の情報、並びに前回のクライアント・クロック更正計算から積算された更正履歴のいずれかに基づいて該クライアント・クロック更正値を計算する更正調整手段を有する上記(26)に記載のセキュア・タイム・サーバ。

(28) 前記サーバTODクロックの値、クライアントから受信された時刻、日付及び安定度履歴の情報、並びに前回のクライアント・クロックの安定度計算から積算された安定度履歴のいずれかに基づいて該クライアント・クロックの安定度値を計算するクライアント安定度監視手段を有する上記(26)に記載のセキュア・タイム・サーバ。

(29) 前記クライアント・クロック更正値が、さらに、前記クライアント・クロックの最後の設定以降該クライアント・クロックに積算されたドリフト量から計算される上記(27)に記載のセキュア・タイム・サー

バ。

【0041】

【発明の効果】本発明によれば、クライアントのTODクロックをセットするためにサーバが発生した信頼できる時刻値を提供することにより、クライアント・システムは信頼できる時刻値がなくても機能し、さらに一旦信頼できる時刻値を与えると、クライアント・クロックの正確さを維持するような装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるセキュア・タイム・クライアント 10 /サーバ・システムを示す機能図である。

【図2】本発明によるセキュア・タイムキーピング装置を含むクライアント・コンピュータシステムを示す機能図である。

【図3】本発明によるクライアント・コンピュータ・システムにおいて用いる電源保全モニタを示す機能図である。

【図4】本発明によるセキュア・タイム・サーバ・システムを示す機能図である。

【符号の説明】

100 セキュア・タイム・クライアント/サーバ・システム

102 クライアント・コンピュータ・システム

104 クライアントCPU

106 暗号化/解読プロセッサ

108 クライアントTODクロック

110 専用鍵

112 公開鍵

120 サーバ・コンピュータ・システム

122 サーバCPU

124 暗号化/解読プロセッサ

126 サーバTODクロック

130 鍵記憶領域

214 セキュア・タイムキーピング装置

216 パッケージ

218 認証時刻インジケータ

220 精度持続レジスタ

222 更正調整レジスタ

224 クロック更正器

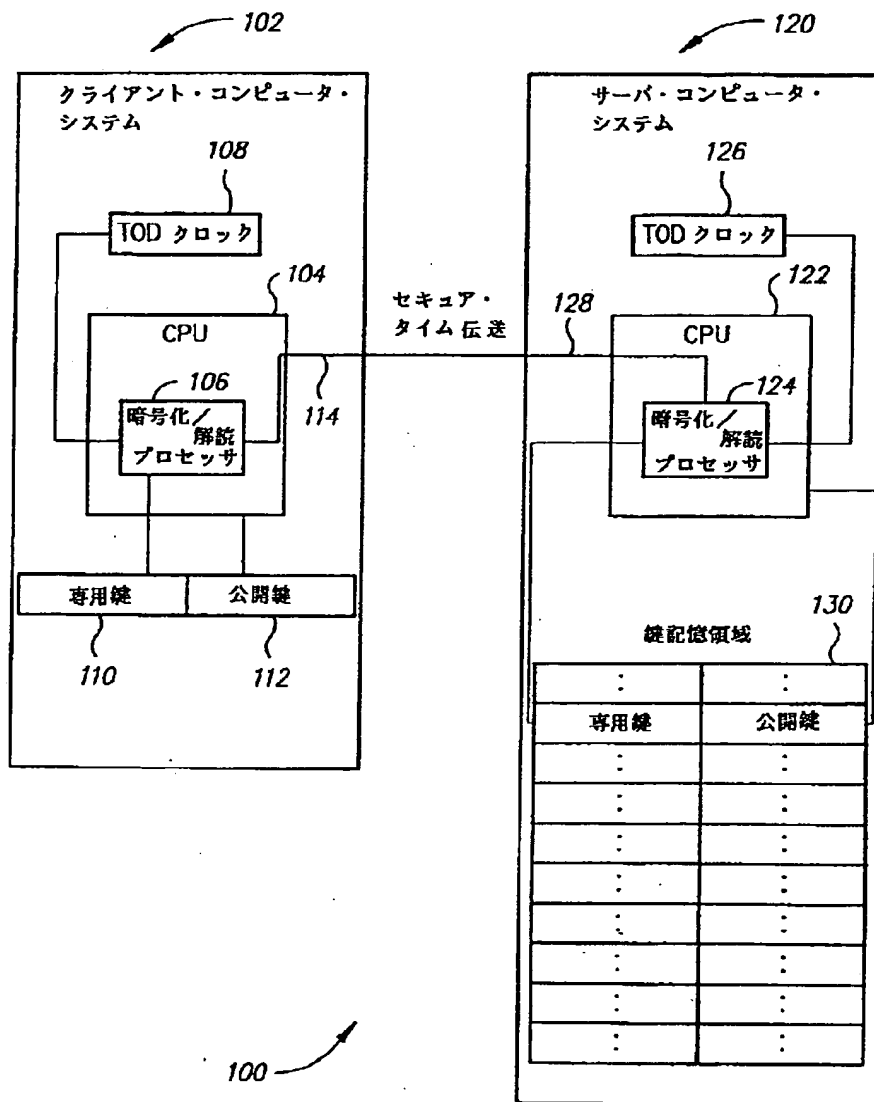
302 電源保全モニタ

402 更正/安定度履歴記憶領域

20 404 安定度監視プロセッサ

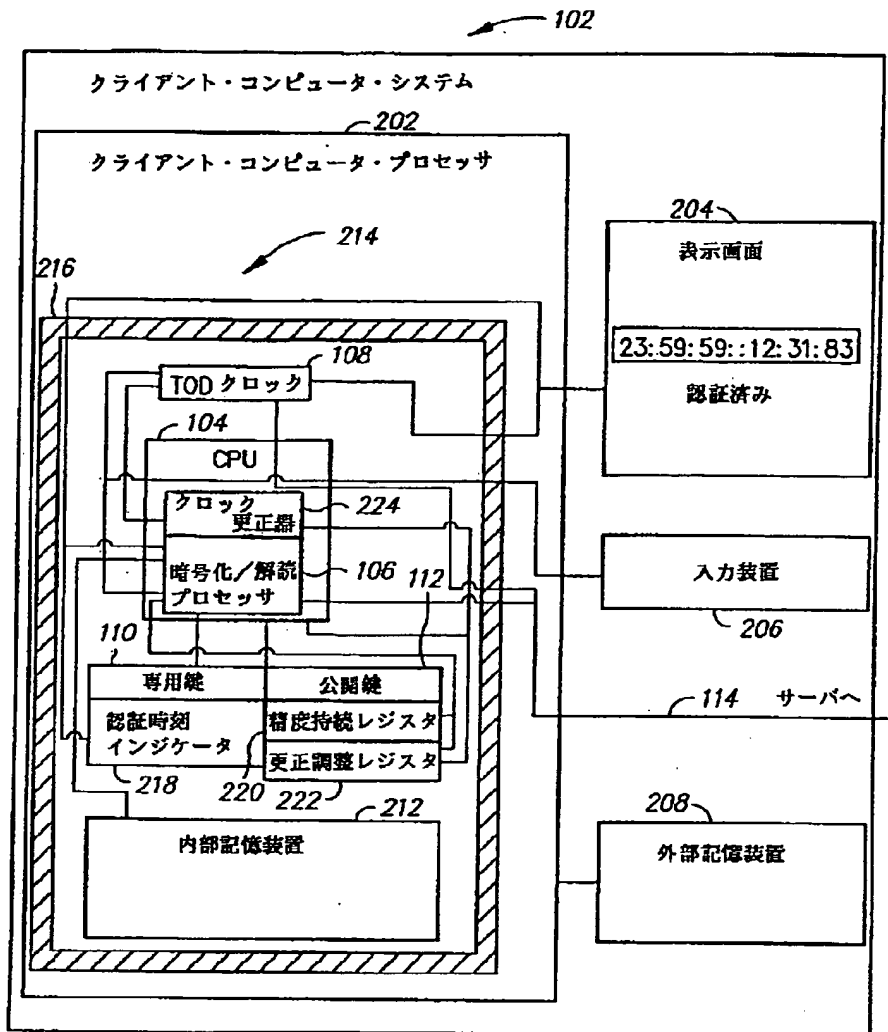
406 更正プロセッサ

【図1】



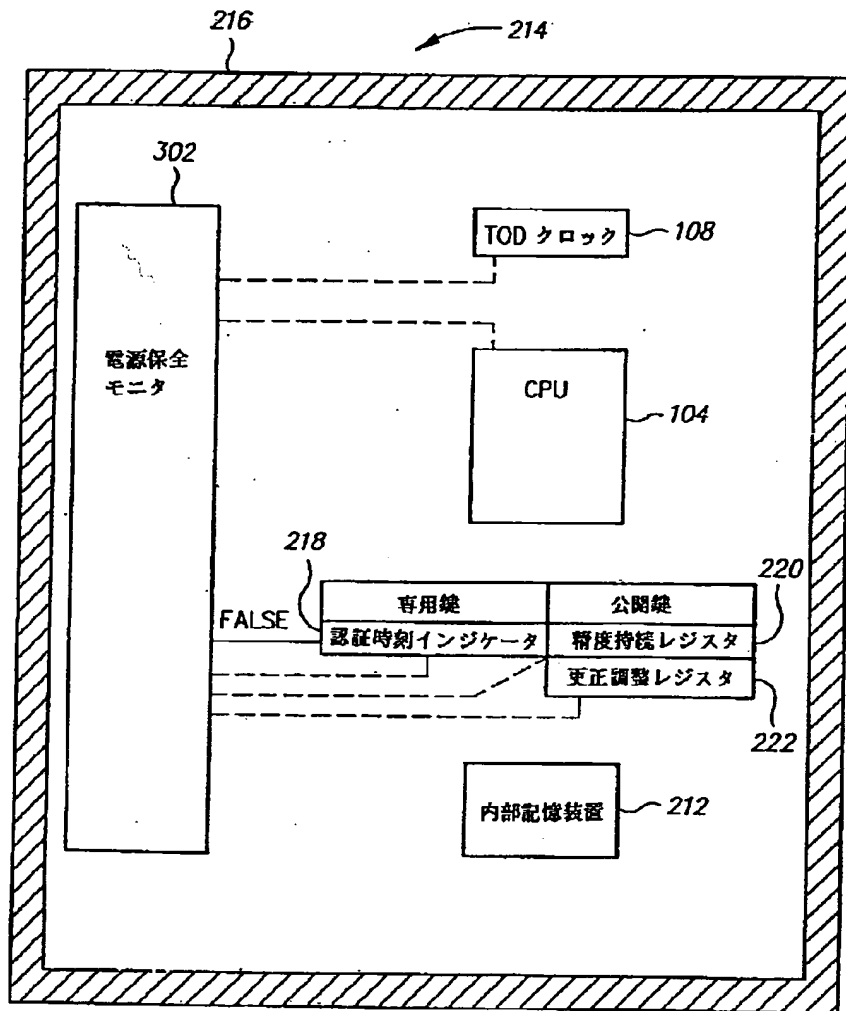
セキュア・タイム・クライアント/サーバ・システム

【図2】



セキュア・タイムキープング装置を有する  
クライアント・システム

【図3】



電源保全モニタ



【図4】

